

УДК 681.3: 681.518

Сащук І.М.,

к.т.н., с.н.с

Державний університет телекомунікацій

**МЕТОД ФОРМУВАННЯ ШКАЛИ ІНФОРМАТИВНОСТІ
РЕЗУЛЬТАТІВ СПОСТЕРЕЖЕННЯ В СИСТЕМАХ, ЩО
РЕАЛІЗУЮТЬ ІНФОРМАЦІЙНО-СИГНАТУРНІ ТЕХНОЛОГІЇ**

Анотація. У науковій статті дано означення термінів “інформаційно-сигнатурні технології”, “сигнатура об’єкта” та розкрито механізм впровадження інформаційно-сигнатурних технологій у інформаційно-технічних системах. Запропоновано метод перетворення різнорідних результатів вимірювання у єдину безрозмірну шкалу параметрів.

Ключові слова: інформативність, інформаційно-сигнатурні технології, сигнатура, технічна система.

Сащук І.Н.,

к.т.н., с.н.с

Государственный университет телекоммуникаций

**МЕТОД ФОРМИРОВАНИЯ ШКАЛЫ ИНФОРМАТИВНОСТИ
РЕЗУЛЬТАТОВ НАБЛЮДЕНИЯ В СИСТЕМАХ, РЕАЛИЗУЮЩИХ
ИНФОРМАЦИОННО-СИГНАТУРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Аннотация. В научной статье даны определения понятий “информационно-сигнатурные технологии”, “сигнатура объекта” и раскрыт механизм внедрения информационно-сигнатурных технологий в информационно-технических системах. Предложен метод преобразования разнородных результатов измерений в единую безразмерную шкалу параметров.

Ключевые слова: информативность, информационно-сигнатурные технологии, сигнатура, техническая система.

Sashchuk I.M.,

cand.tech.sci,

senior research assistant

State University of Telecommunications

**INFORMATIVENESS OBSERVATION IN SYSTEMS IMPLEMENTING
INFORMATION AND SIGNATURE TECHNOLOGY PRODUCTIVITY
SCALE FORMING METHOD**

Annotation. This article provides definitions for "information and signature technologies", "signature object" and reveals the mechanism of information and signature technologies in information and technical systems. It also proposes method for transforming disparate results of measurements into a single dimensionless parameter scale.

Keywords: Informativeness, Information and signature technology, signature, technical system.

Вступ. Розвиток суспільства у 21 сторіччі нерозривно пов'язаний із впровадженням практично у всі сфери діяльності людства інформаційних

технологій (ІТ). Вплив ІТ доречно порівняти з аналогічним впливом у 20 сторіччі радіотехнічних систем різного призначення – добування та руйнування інформації, безпроводних систем передачі інформації та систем автоматизованого управління. Застосування інформаційних технологій в радіотехнічних (в узагальненому випадку – в довільних технічних) системах супроводжується їх трансформацією у інформаційно-технічні, оскільки практично кожна з них містить у своєму складі обчислювальні засоби з відповідним програмним забезпеченням. Головним результатом впровадження ІТ є забезпечення доступу до великої кількості інформації. Проте суттєво спрощений доступ до різноманітної інформації через автоматизацію процесів добування і обробки даних привели до проблем, пов'язаних з необхідністю структуризації і зберігання великої її кількості, відбором у короткі терміни достовірної, повної і актуальної інформації про об'єкт (подію, явище).

Аналіз досліджень і публікацій. ІТ в [1] означено як прийоми, способи і методи застосування засобів обчислювальної техніки при виконанні функцій збору, зберігання, обробки, передачі, і використання даних. З урахуванням трансформації поняття ІТ та зростання їх ролі в сучасному світі в [2] наведено таке означення: інформаційні технології – система наукових та інженерних знань, а також методів і засобів, що використовуються для створення, збору, передачі, зберігання і обробки інформації у відповідній предметній області.

Практичне застосування ІТ здійснюється шляхом розробки і впровадження спеціалізованих, адаптованих до певного роду діяльності програмних продуктів, які в [3] названі інформаційними системами (ІС). Враховуючи наведені вище означення ІТ, таке сприйняття ІС (як програмних продуктів) вважається дещо звуженим, адже ІС слід розглядати у тому числі як засіб добування і обробки інформації, а не лише зберігання і архівації. Прикладом таких систем можуть бути інформаційно-вимірювальні системи [4], інформаційні радіотехнічні системи [5], інформаційно-комунікаційні системи [6], інформаційні системи геофізичного моніторингу [7] тощо.

Характерною для зазначених систем проблемою слід визнати необхідність обробки великої кількості отриманих даних за допустимий час, інакше інформація може втратити актуальність. Частково подолати зазначену проблему можна шляхом впровадження інформаційно-сигнатурних технологій. Останнім часом сигнатурні методи аналізу згадуються у наукових публікаціях, наприклад [8, 9, 10], проте питання їх практичного застосування з єдиних системних позицій ще далекі від повного вирішення. Так, зокрема, потребують розробки методи структуризації і уніфікації різнорідних первинних даних, отриманих в інформаційних технічних системах.

Постановка завдання. В інформаційних технічних системах, призначених для збору і обробки інформації про об'єкт, подію чи явище, може циркулювати первинна інформація різного фізичного змісту. Так, у системах геофізичного моніторингу вимірюються параметри сигналів – сейсмічних, акустичних, магнітних, радіотехнічних, що утворились в результаті збурень геосфер. З метою спрощення процедур аналізу отриманої інформації, автоматизованої та оперативної обробки результатів вимірювань необхідно їх привести до єдиної, бажано безрозмірної шкали. В статті запропоновано метод такого перетворення без втрати інформативності результатів вимірювань.

Виклад основного матеріалу. Введемо такі означення:

інформаційно-сигнатурні технології (ІСТ): це прийоми, способи та методи автоматизованого збору, обробки, накопичення, зберігання та передачі інформації про об'єкт (подію, явище) на основі виділення та аналізу його сигнатури $S_{об}$;

сигнатура об'єкта $S_{об}$ – сукупність характерних системних ознак (показників, параметрів, властивостей, характеристик), притаманних безпосередньо саме досліджуваному об'єкту. Складається із частинних сигнатур $s_{iоб}$, з яких формується множина $S_{об} = \{s_{1об}, s_{2об}, \dots, s_{iоб}, \dots, s_{Lоб}\}$, $i = \overline{1, L}$, L – кількість частинних сигнатур.

Очевидно, що ІСТ можуть бути реалізовані в інформаційних (інформаційно-технічних) системах. Відповідно до означення ІСТ, наведеного вище, до складу такої системи мають входити:

- засоби збору (добування) інформації про об'єкт;
- засоби первинної обробки зібраної (добутої) інформації;
- засоби вторинної обробки інформації;
- бази даних апріорної інформації про об'єкти;
- засоби архівації, зберігання та передачі інформації;
- підсистеми підтримки прийняття рішень органами управління та іншими споживачами інформації.

Для прикладу, на рис. 1 наведено узагальнену структурну схему варіанту типової інформаційної системи, що реалізує ІСТ.

Суть ІСТ полягає не у механічному об'єднанні всієї інформації, добутої різними засобами і методами (у тому числі і на певний момент часу), а у виборі за короткий термін найбільш інформативних ознак, що у максимально повній мірі системно характеризують об'єкт.

В загальному випадку метою спостереження за об'єктом (подією, явищем) є виявлення змін у його стані. Для виявлення змін у стані об'єкта необхідно порівняти його початкову сигнатуру $S_{об}^{поч}$, що сформована за результатами спостережень у попередні моменти часу, з поточною сигнатурою $S_{об}$.

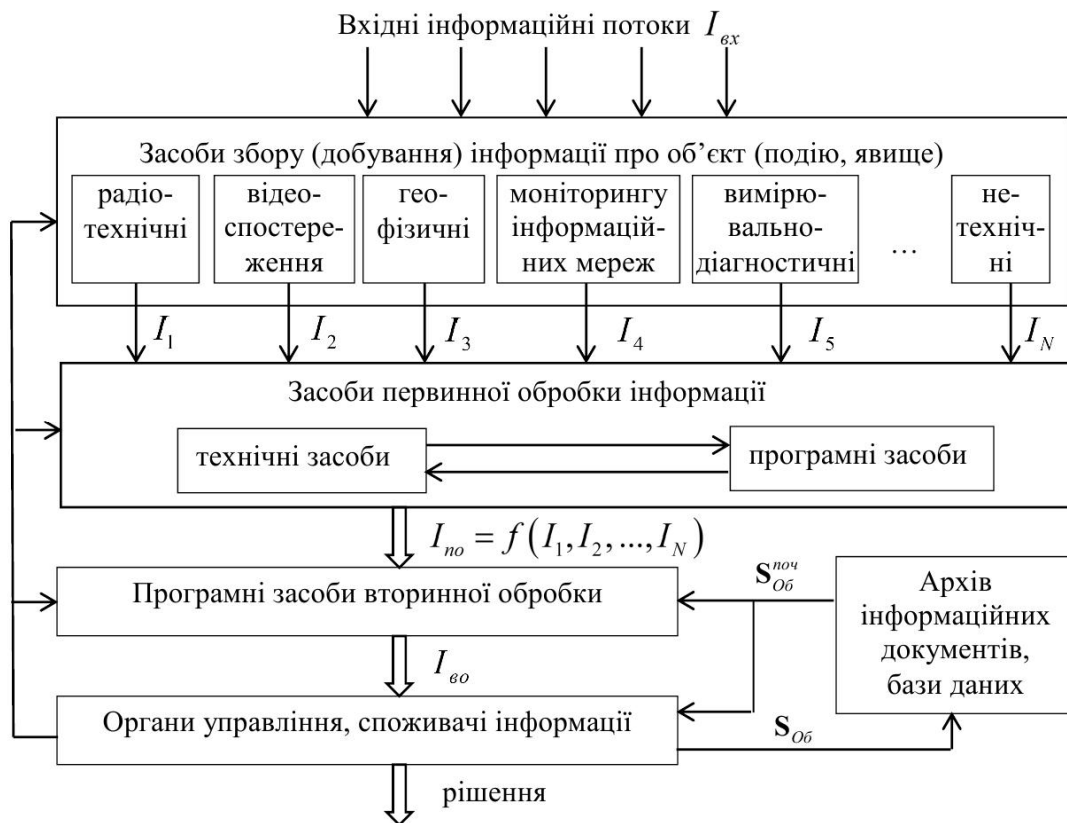


Рисунок 1 – Структура типової інформаційної системи, що реалізує ICT

Довільний фізичний об'єкт, змінюючи свій стан, приводить до зміни характеристик (параметрів) фізичних полів чи інших проявів, що можуть бути зареєстровані датчиками. Після відповідних перетворень і обробки зареєстрованих даних (відомостей) будемо мати інформацію про зміни у стані об'єкта. Залежно від складності об'єкта, його функціональності, впливу на оточуюче середовище та конкретних завдань спостереження ті чи інші характерні ознаки можуть бути більше або менше інформативними (корисними). З огляду застосування інформаційно-сигнатурних технологій, природним є прагнення відбору найбільш інформативних (у конкретному випадку) ознак, які складають відповідну підмножину ознак. Таким чином відбувається послідовне перетворення векторного інформаційного процесу, що формується за результатами реєстрації датчиками змін у фізичних полях, у множину інформативних ознак об'єкта спостереження. Схематично процес формування сигнатури об'єкта спостереження показано на рис. 2.

Нехай до складу системи спостереження входить N різних за принципом дії датчиків (реєстраторів), кожен з яких в загальному випадку характеризується деяким оператором перетворення вхідних даних L_{1n} , $n = \overline{1, N}$.

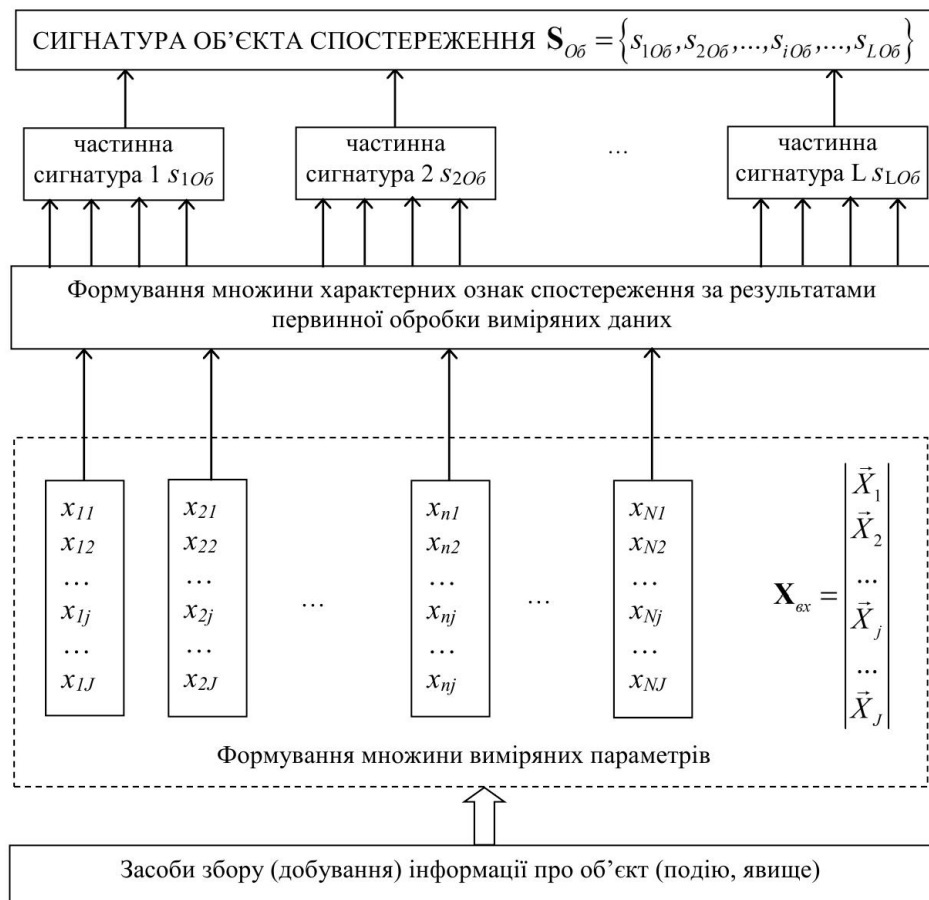


Рисунок 2 – Схема формування сигнатури об'єкта спостереження

На виході датчиків у певний фіксований момент часу t_j формується N -мірний вектор сигналів $\vec{X}_j = |x_{1j} \ x_{2j} \ \dots \ x_{nj} \ \dots \ x_{Nj}|^T$, $j = \overline{1, J}$, J визначається інтервалом T_c та дискретністю τ спостереження, $t_{j+1} = t_j + \tau$, $J = T_c \cdot \tau^{-1} + 1$, “ T ” – знак транспонування вектора (матриці). Таким чином, протягом інтервалу T_c формується часова вибірка $\mathbf{X}_{ex} = |\vec{X}_1 \ \vec{X}_2 \ \dots \ \vec{X}_j \ \dots \ \vec{X}_J|$ вимірних значень параметрів, що характеризують стан (зміни у стані) об'єкта спостереження. Тут поняття “сигнал” слід розглядати не як обмежене у часі електромагнітне випромінювання, а як довільний фізичний процес або явище, що несе інформацію про ту чи іншу подію, зміну стану об'єкта тощо. Кількість інформації I_n , $n = \overline{1, N}$ про один і той же об'єкт на виходах різних підсистем добування буде різною і залежить від обставин, вказаних вище.

Для відбору найбільш інформативних ознак розпізнавання змін у стані об'єкта спостереження можна скористатись відомими підходами до вирішення подібних задач, викладеними, наприклад у [11, 12]. Їх суть

зводиться до визначення так званої корисності ознак розпізнавання шляхом розрахунку змін у ентропії стану об'єкта за умови наявності тієї чи іншої ознаки. Ознака тим корисніша, чим менша ентропія стану об'єкта при заданій похибці розпізнавання. Проте наведені вище міркування справедливі у тому випадку, коли вимірювання параметрів здійснюється через однакові проміжки часу τ . Якщо динаміка змін параметрів, що характеризують об'єкт спостереження, різна, то кількість вимірювань на одному й тому ж інтервалі буде різною. До того ж, результати вимірювання можуть мати різну фізичну природу, різний діапазон змін у абсолютних значеннях і різну розмірність. Тому, перш ніж визначати інформативність ознаки розпізнавання стану об'єкта спостереження, необхідно результати вимірювань звести до єдиної безрозмірної шкали параметрів.

Для вирішення поставленого завдання запропонуємо перетворення виду

$$x_{jn}^{new} = \vec{K}^T \vec{X}^{old}, \quad (1)$$

де $\vec{K}^T = [k_1 \quad k_2]$ – вектор коефіцієнтів перетворення;

$\vec{X}^{old} = [x_{nj} \quad 1]^T$, x_{jn} – значення вимірюваного параметра на виході n -того

датчика у j -тий момент часу спостереження за об'єктом.

Елементи вектора \vec{K}^T визначаються з матричного рівняння

$$\vec{K} = \mathbf{B}^{-1} \vec{A}, \quad (2)$$

$$\text{де } \mathbf{B} = \begin{vmatrix} x_n^{\max} & 1 \\ x_n^{\min} & 1 \end{vmatrix}; \quad \vec{A} = \begin{vmatrix} a^{\max} \\ a^{\min} \end{vmatrix};$$

x_n^{\max} – виміряне значення параметра на виході n -того датчика, яке відповідає найбільшій інформативності з сукупності параметрів $\{x_n\}$;

x_n^{\min} – виміряне значення параметра на виході n -того датчика, яке відповідає найменшій інформативності з сукупності параметрів $\{x_n\}$;

a^{\max} – значення параметра в новій безрозмірній шкалі, яке відповідає найбільшій інформативності;

a^{\min} – значення параметра в новій безрозмірній шкалі, яке відповідає найменшій інформативності.

Розв'язуючи рівняння (2) відносно елементів вектора \vec{K} , отримаємо

$$k_1 = \frac{a^{\max} - a^{\min}}{x_n^{\max} - x_n^{\min}}, \quad k_2 = \frac{a^{\max} \cdot x_n^{\min} - a^{\min} \cdot x_n^{\max}}{x_n^{\max} - x_n^{\min}} \quad (3)$$

Підставляючи (3) в (2), отримаємо значення параметрів $\{x_n\}$ в новій безрозмірній шкалі в діапазоні $[a^{\min}, a^{\max}]$.

Наведемо приклад. Нехай можливий діапазон змін параметрів $\{x_n\}$ складає $[x_{n1}, x_{n2}]$, $x_n^{\max} = \frac{x_{n2} + x_{n1}}{2}$, $x_n^{\min} = x_{n1}$, якщо $x_n > x_n^{\max}$ або $x_n^{\min} = x_{n2}$ у іншому випадку. Прийmemo $a^{\max} = 5$, $a^{\min} = 1$, $x_{n1} = 50$, $x_{n2} = 1000$. На рис. 1 для заданих умов зображено результати розрахунків за формулами (1)-(3) для змодельованого масиву даних, що містить 50 вимірювань.

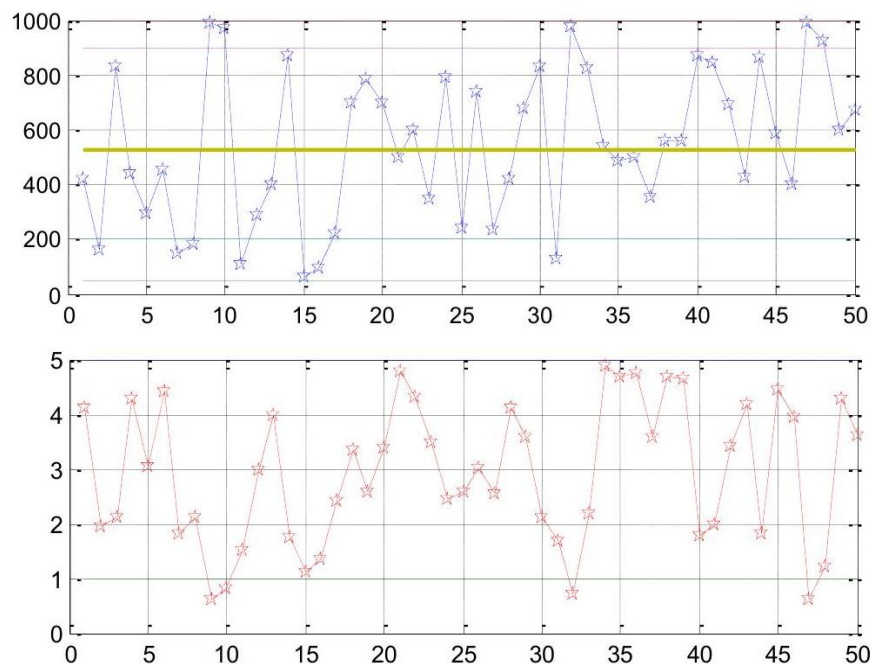


Рисунок 3 – Результати моделювання процесу формування безрозмірної шкали

Видно, що тим результатам вимірювання, які мають найбільшу інформативність ($x_{jn} \rightarrow x_n^{\max} = 550$, наприклад, виміри з 34 по 39), у новій безрозмірній шкалі також відповідають значення з найбільшою інформативністю, тобто $x_{jn}^{new} \rightarrow 5$. Наявність даних з $x_{jn}^{new} < 1$ (виміри 9, 10, 37 і 47) свідчать про аномальні первинні результати спостереження, тому вони мають бути виключені з подальшої обробки.

Отже, наведені результати моделювання підтверджують адекватність запропонованого методу. До переваг методу слід віднести:

лінійність перетворення;

монотонний зв'язок інформативності із значенням довільного показника у новій безрозмірній шкалі вимірів.

Висновки. 1. Досягнення ефективної структуризації інформації про об'єкт спостереження (подію, явище) можливе при впровадженні в інформаційно-технічних системах інформаційно-сигнатурних технологій.

2. Запропонований метод формування шкали інформативності різнорідних вимірів належить до інформаційно-сигнатурних технологій, відрізняється простотою, універсальністю застосування і є повинен застосовуватись перед відбором найбільш інформативних ознак зміни стану об'єкта спостереження.

Використані джерела інформації:

1. ГОСТ 34.003-90 Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Термины и определения: ГОСТ 34.003-90. – [Дата введения: 92.01.01].
2. Додонов А.Г. Компьютерные информационные системы и хранилища данных. Толковый словарь / А.Г. Додонов, С.Р. Коженевский, Д.В. Ландэ, В.Г. Пулянин. – К.: Феникс; ИПРИ НАН Украины, 2013. – 554 с.
3. Новоселов О. Н. Основы теории и расчета информационно-измерительных систем. – 2-е изд., перераб. и доп. /О.Н. Новоселов, А.Ф. Фомин. – М.: Машиностроение, 1991. – 336 с.
4. Избачков Ю.С. Информационные системы: Учебник для вузов. – 2-е изд. /Ю.С. Избачков, В.Н. Петров. – СПб.: Питер, 2005. – 656 с.
5. Информационные технологии в радиотехнических системах: Учеб. пособие. – 2-е изд., перераб. и доп. / В.А. Васин, И.Б. Власов, Ю.М. Егоров и др.; Под ред. И.Б. Федорова. – М.: Изд-во МГУ им. Н.Э. Баумана, 2004. – 768 с.
6. Грайворонський М.В. Безпека інформаційно-комунікаційних систем. / М.В. Грайворонський, О.М. Новіков. – К.: Видавнича група ВНУ, 2009. – 608 с.
7. Теорія побудови систем геофізичного моніторингу: навч. посібн. / Р.А. Андрущук, О.І. Рибачук, В.В. Стрінада та ін. – Житомир: ЖВІ НАУ, 2012. – 208 с.
8. Калинин Т.С. Спектрально-сигнатурная диагностика микропроцессорных информационно-управляющих систем железнодорожной автоматики и телемеханики // Инженерный Вестник Дона (электронный журнал), № 1, 2012. [Электронный ресурс] URL: <http://ivdon.ru/magazine/archive/n1y2012/687/>.
9. Родионов А.И. Сигнатурные методы исследования физико-химических процессов: автореферат диссертации кандидата физико-математических наук: 01.04.17 / Родионов Алексей Игоревич. – Москва, 2008. – 25 с.
10. Чипига А.Ф. Методика обнаружения сетевых атак на базе сигнатурных и статических методов // А.Ф. Чипига, В.С. Пелешенко, Н.В. Лазарев / Успехи современного естествознания. – 2008. – № 8 – С. 61-62. [Электронный ресурс] URL: www.rae.ru/use/?section=content&op=show_article&article_id=7783214 (дата звернення: 12.02.2015).
11. Файнзильберг Л. С. Математические методы оценки полезности диагностических признаков. Монография / Л. С. Файнзильберг – К.: Освіта України, 2010. – 152 с.
12. Гуменюк М. О. Методика визначення мінімального складу сигнатури при веденні радіотехнічного моніторингу / М. О. Гуменюк, І. М. Сащук, Р. М. Жовноватюк // Вісник ЖДТУ, 2009. – № 3 (50). – С. 101-108.

References:

1. GOST 34.003-90 Informacionnaja tehnologija. Kompleks stan-dartov na avtomatizirovannye sistemy. Avtomatizirovannye sistemy. Terminy i opredelenija: GOST 34.003-90. – [Data vvedenija: 92.01.01].
2. Dodonov A.G. Komp'juternye informacionnye sistemy i hrani-lishha dannyh. Tolkovyj slovar' / A.G. Dodonov, S.R. Kozhenevskij, D.V. Landje, V.G. Putjanin. – K.: Feniks; IPRI NAN Ukrainy, 2013. – 554 s.
3. Novoselov O. N. Osnovy teorii i rascheta informacionno-izmeritel'nyh sistem. – 2-e izd., pererab. i dop. /O.N. Novoselov,
4. A.F. Fomin. – M.: Mashinostroenie, 1991. – 336 s.
5. Izbachkov Ju.S. Informacionnye sistemy: Uchebnik dlja vuzov. – 2-e izd. /Ju.S. Izbachkov, V.N. Petrov. – SPb.: Piter, 2005. – 656 s.
6. Informacionnye tehnologii v radiotekhnicheskijh sistemah: Ucheb. posobie. – 2-e izd., pererab. i dop. / V.A. Vasin, I.B. Vlasov, Ju.M. Egorov i dr.; Pod red. I.B. Fedorova. – M.: Izd-vo MGU im. N.Je. Bauman, 2004. – 768 s.
7. Hrajvorons'kyj M.V. Bezpeka informatsijno-komunikatsijnykh system. / M.V. Hrajvorons'kyj, O.M. Novikov. – K.: Vydavnycha hrupa BHV, 2009. – 608 s.
8. Teoriia pobudovy system heofizychnoho monitorynhu: navch. posibn. / R.A. Androschuk, O.I. Rybachuk, V.V. Strinada ta in. – Zhytomyr: ZhVI NAU, 2012. – 208 s.
9. Kalinin T.S. Spektral'no-signaturnaja diagnostika mikropro-cessornyh informacionno-upravljajushchih sistem zheleznodorozhnoj av-tomatiki i telemehaniki // Inzhenernyj Vestnik Dona (jelektronnyj zhurnal), № 1, 2012. [Elektronnij resurs] URL: <http://ivdon.ru/magazine/archive/n1y2012/687/>.
10. Rodionov A.I. Signaturnye metody issledovanija fiziko-himicheskijh processov: avtoreferat dissertacii kandidata fiziko-matematicheskijh nauk: 01.04.17 / Rodionov Aleksej Igorevich. – Moskva, 2008. – 25 s.
11. Chipiga A.F. Metodika obnaruzhenija setevykh atak na baze signa-turnykh i staticheskijh metodov // A.F. Chipiga, V.S. Peleshenko, N.V. La-zarev / Uspehi sovremennogo estestvoznaniya. – 2008. – № 8 – S. 61-62. [Elektronnij resurs] URL: www.rae.ru/use/?section=content&op=show_article&article_id=7783214 (data zvernennja: 12.02.2015).
12. Fajnzil'berg L. S. Matematicheskie metody ocenki poleznosti diagnosticheskijh priznakov. Monografija / L. S. Fajnzil'berg – K.: Osvita Ukrainy, 2010. – 152 s.
13. Humeniuk M. O. Metodyka vyznachennja minimal'noho skladu syh-natury pry vedenni radiotekhnichnoho monitorynhu / M. O. Humeniuk, I. M. Sashchuk, R. M. Zhovnovatiuk // Visnyk ZhDTU, 2009. – № 3 (50). – S. 101-108.

Рецензент: Шевченко В.Л.